

**PAT-NO:** JP406182601A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 06182601 A  
**TITLE:** OUTER CUTTING METHOD FOR MANDREL BAR  
**PUBN-DATE:** July 5, 1994

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
TSUBOUCHI, KENJI	
AKIYAMA, MASAYOSHI	
TSUMURA, MAKOTO	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
SUMITOMO METAL IND LTD	N/A

**APPL-NO:** JP04355034  
**APPL-DATE:** December 16, 1992

**INT-CL (IPC):** B23B005/12 , B21B025/00

**US-CL-CURRENT:** 82/113

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To make the jogs on the on the surface of the mandrel bar smooth to such a level not to cause any trouble by executing at least once outer cutting operation in such a manner as to satisfy a specified condition while cutting to the final outside diameter is repeated at the time of outer cutting the bar having a spiral jogs on the surface thereof.

**CONSTITUTION:** A holder 2 where a cutter 1 is mounted is installed on a tool rest 3 and forced to make a rotary motion. A **feed roller 4** disposed on the inlet side of the tool rest 3 feeds a work piece 5 in the axial direction and checks the rotation in the circumferential direction. A guide roller 6 disposed on the outlet side of the tool rest 3 positions the shaft center of the work piece 5 in such a manner as to be aligned with the center of rotation of the cutter 1. The work piece 5, that is, the mandrel bar having the spiral jogs on the surface thereof is outer-cut by the outer cutting device. At this time, while cutting to the final finished

outside diameter is repeated, at least one cutting operation is executed in such a manner as to satisfy the following specified condition: t

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-182601

(43)公開日 平成6年(1994)7月5日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 B 5/12		9136-3C		
B 2 1 B 25/00	Z	8015-4E		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-355034

(22)出願日 平成4年(1992)12月16日

(71)出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72)発明者 坪内 憲治

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72)発明者 秋山 雅義

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72)発明者 津村 誠

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 生形 元重 (外1名)

(54)【発明の名称】 マンドレルバーの外削方法

(57)【要約】

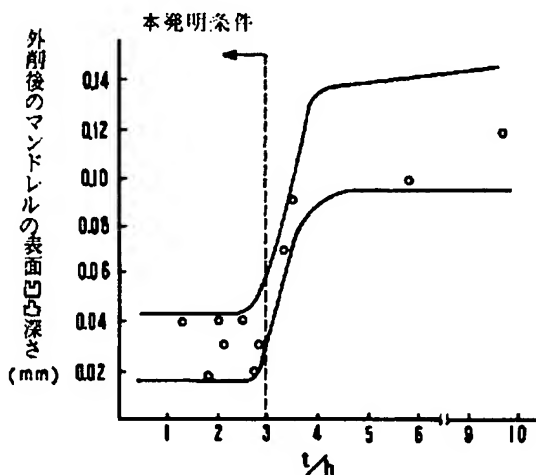
【目的】 刃物旋回型の外削装置でマンドレルバーを外削したときにバー表面に残る螺旋状の凹凸を除去する。

【構成】 外削を繰り返す間に、少なくとも1回の外削を

$t \leq 3h$  但し、 $t$  : 切込み深さ

$h$  : 外削前の凹凸深さ

なる条件で行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸心回りの同心円上に配置された複数個の刃物を回転させ、その中心を被加工材が軸心方向に移動することにより、被加工材の外面を切削する外削装置によって、表面に螺旋状の凹凸を有するマンドレルバーを外削するに際し、最終仕上げ外径までの切削を繰り返す間に、少なくとも1回の外削を、

$t \leq 3h$  但し、 $t$ : 切込み深さ

$h$ : 外削前のマンドレルバー表面の凹凸深さ

なる条件で行うことを特徴とするマンドレルバーの外削方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、熱間継目無管のマンドレルミルにおいて使用されるマンドレルバーを製作するために用いられるマンドレルバーの外削方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 熱間で継目無管を製造するプロセスの1つであるマンドレルミルにおいては、素管外面を拘束しながら軸方向に送りを与える多スタンドの孔型ロールと、素管内面を拘束するマンドレルバーとによって圧延が行われる。マンドレルバーは、圧延素管の内面品質を決定する重要な工具であり、通常以下に示すような工程で製作される。

【0003】 マンドレルバーの素材としては通常、SKD6、SKD61等の熱間工具鋼が使用されており、この成分で溶製されたインゴットを分塊圧延した後、所定の熱処理を施してバー素材とする。熱処理の際、バー素材には曲がりが発生するためロータリーストレートナーによって曲がりを矯正した後、マンドレルバー用の外削装置によってほぼ所定の外径まで切削加工する。最後にベルト研削によって表面粗さ及び外径寸法を仕上げ、さらに高周波焼入れ、焼戻し等の表面処理を行ってマンドレルミルに使用する。

【0004】 このような工程で製作されるマンドレルバーの寸法精度を概ね決定するのはマンドレルバーの外削工程であるが、マンドレルバーは通常、15～30mに及ぶ長尺材であるため、いわゆる旋盤で切削加工することが困難であり、旋盤とは異なった特殊な構造の外削装置を使用するのが一般的である。

【0005】 マンドレルバー用の外削装置の構造を図1に模式的に示す。刃物1を取り付けたホルダー2が、環状の刃物台3に、軸心回りの同心円上に位置して複数個取り付けられており、その複数個のホルダー2に取り付けられた刃物1が刃物台3ごと回転運動をする。刃物台3の入側に設置されたフィードローラ4は、表面にナーリング加工が施された1対以上の孔型ロールであって、マンドレルバーの如き長尺の被加工材5に軸方向に送りを与えると同時に、その表面のナーリング加工により被加工材5の円周方向の回転を阻止する。刃物台3の入側

および出側には、刃物台3に接近して円盤状のガイドローラ6が配設されている。ガイドローラ6は各側で円周方向に複数個設けられ（通常は4個を周方向に等配置）、被加工材5の軸心が刃物1の回転中心と一致するように被加工材5を位置決めする。

【0006】 切削条件は、一般に0.7～2m/分で被加工材を送給する一方、刃物台を100～300rpmで回転させつつ、1回の外削で3mm程度の切込みを加えて、ほぼ所定外径まで外削を繰り返すというものである。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 このような構造の外削装置を用いれば、マンドレルバーのような長尺材を高効率で外削することが可能であるが、本発明者らの最近の調査によれば、このような外削装置で加工したマンドレルバーを圧延に使用すると、圧延後の管内面に螺旋状の凹凸が生じること、その原因は外削後のバー表面に存在する螺旋状の凹凸であること、また、バー表面の凹凸は、外削前のバー素材の表面に存在する螺旋状の凹凸が外削後もそのまま残存したものであることが明らかになってきた。

【0008】 外削前のバー素材の表面に螺旋状の凹凸が生じる原因は次のとおりである。

【0009】 バー素材は外径100～450mm、長さ15～30mの大径長尺材であるため、熱処理の際、円周方向および長手方向に偏熱が生じるのを避け難く、極端な場合には数十mmに及ぶ曲がりを生じる。このようなマンドレルバーを実機圧延に使用すると、圧延素管に曲がりが生じたり、マンドレルバーの搬送トラブルが発生するため、製品品質や製管能率の面で大きな問題となる。従って、熱処理されたバー素材は、軸方向のプロファイルを一方は凸、他方は凹とした一対のロールを、その軸方向がねじれの位置となるように互いに傾斜させた設備（ロータリー・ストレートナー）によって曲がりを矯正される。その際、バー素材は回転しながら軸方向に移動するため、バー素材上のロールとの接触点の軌跡は螺旋状となり、バー素材に上記のような大きな曲がりがあると、そのバー素材はロール上の特定の点で強く押さえつけられ、その結果バー素材表面に螺旋状の凹凸が生じる。

【0010】 本発明者らの調査によれば、バー素材の硬度がHs35以上で深さが0.1mm以上の場合には、前記した約3mmの切込み深さで外削を行うにもかかわらず、外削後も凹凸が殆ど残存する。一般に、バー素材は圧延中または搬送中に折損を生じない範囲で伸びや変形が生じないだけの強度を必要とするため、Hsが35以上となるように熱処理を施される。それ故、外削後も表面に螺旋状の凹凸を生じることが多い。

【0011】 従来、この外削後に残存する螺旋状の凹凸が問題になることは比較的少なかった。それは凹凸の深

さが0.1~0.2mm程度と浅いからである。しかし近年、製品の寸法精度に対する要求が厳しくなったことから、マンドレルバーの表面に対して周方向および軸方向の両方向に外径寸法精度が高いこと、即ち、真直軸心から表面までの距離が全ての位置で同一であることが求められるようになった。そのため、マンドレルバーの表面に残存する螺旋状の凹凸が、製品の肉厚分布に悪影響を及ぼすようになった。

【0012】また、マンドレルバー表面に残存する螺旋状の凹凸は、バー寿命にも悪影響を及ぼす。即ち、表面に凹凸を有するマンドレルバーを圧延に使用する際、凸部は圧延中またはストリップ中の表面温度上昇が著しい。そのため、使用後のバー冷却によって急冷された際やこれを繰り返した際には、凹部が大きな熱衝撃や熱疲労を受け、クラックが発生し進展しやすい。クラックが深くなると圧延中や搬送時に折損が生じて大きなトラブルとなるため、再削または廃却を余儀なくされる。そのため、マンドレルバー表面に凹凸がある場合には、平均的に寿命が短くなるのが通常である。

【0013】従って、外削後のバー表面から螺旋状の凹凸を除去することが製品品質を確保するためにも、またバー寿命を延ばすためにも重要課題となる。

【0014】本発明の目的は、バー表面の螺旋状の凹凸を問題のないレベルまで浅くできるマンドレルバーの外削方法を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明者らはロータリーストレートナーによる曲がり矯正を受けた外削前のバー素材の表面に存在する螺旋状の凹凸が、マンドレルバー用外削装置による外削後も残存する条件を明らかにすることを企画し、種々の硬さで凹凸深さが異なるバー素材を準備して比較試験を行った。

【0016】その結果、バー素材の硬さがHs35未満のものは通常の外削により螺旋状凹凸はほぼ消失し、製品の寸法精度に悪影響を及ぼさない程度の平坦度が得られ、また硬さがHs35以上でも螺旋状凹凸の深さが0.1mm未満のものは凹凸深さが大幅に低下し、やはり製品品質に対しては問題ないレベルとなるが、硬さがHs35以上でかつ表面に深さが0.1mm以上の螺旋状凹凸を有するものは螺旋状凹凸がほとんど消失しないことがわかった。

【0017】一方、切削装置におけるマンドレルバーの送り速度、刃物の回転速度は一般的な条件内、即ち0.7~2m/分、100~300rpmでは螺旋状凹凸の消失に影響しないことが確認された。

【0018】また、3mmもの切込み深さを確保しながら0.1~0.2mm程度の深さの凹凸が除去されない理由としては、外削装置がいわゆる旋盤とは異なり、被加工材の軸心が固定されていないことを考えた。即ち、曲が

り矯正時の表面硬化または表面凹凸によって刃物が逃げるためか、またはガイドローラで表面凹凸を拾い、刃物部で材料の振れが生じるためと考えられる。

【0019】以上のような試験結果および考察を踏まえて、螺旋状の凹凸を有するバー素材でも平坦に外削する方法を検討したところ、切込み深さと外削前のバー素材の螺旋状凹凸深さとの関係によって外削後の螺旋状凹凸深さが急激に変化し、この関係を特定すればほぼ平坦に外削することが可能であることを見出した。

10 【0020】本発明は上記知見に基づきなされたもので、軸心回りの同心円上に配置された複数の刃物を回転させ、その中心を被加工材が軸心方向に移動することにより、被加工材の外表面を切削する外削装置によって、表面に螺旋状の凹凸を有するマンドレルバーを外削するに際し、最終仕上げ外径まで切削を繰り返す間に、少なくとも1回の外削を

$t \leq 3h$  但し、 $t$ ：切込み深さ

$h$ ：外削前のマンドレルバー表面の凹凸深さ

なる条件で行うことを特徴とするマンドレルバーの外削方法を要旨とする。

20 【0021】

【作用】本発明者らが調査した外削前のバー素材における螺旋状凹凸の深さと切込み深さとの関係を図2に示す。横軸はバー素材の螺旋状凹凸深さ $h$ に対する切込み深さ $t$ の比 $t/h$ であり、縦軸は外削後のマンドレルバーの凹凸深さである。この図から明らかなように、外削後の凹凸深さは $t/h = 3$ を境として急激に変化し、 $t/h > 3$ では深い凹凸が残存するのにに対し、 $t/h \leq 3$ の場合には凹凸が浅くなり、マンドレルバー表面がほぼ平滑化される。その理由は次のように考えられる。

30 【0022】前述したような切削装置で外削する際に螺旋状の凹凸が残存するのは切削抵抗の変動が大きいためであり、この切削抵抗の変動は切込み深さの大小の影響もさることながら、凹凸の深さ自体とも密接に関係している。しかし、前記したように凹凸深さ $h$ に対する切込み深さ $t$ の比 $(t/h)$ が3より大きい場合には切削抵抗の変動が小さくならないのに対し、 $t/h \leq 3$ では切削抵抗の変動が臨界的に大幅軽減される結果、凹凸の残存しない平滑な切削ができるものと推定される。

40 【0023】切込み深さ $t$ の下限については特に限定するものではないが、通常使用されている刃物では切込み深さが0.2mmよりも小さくなると刃先が被加工材に食い込まずに上滑りして切削不能になることが多くなるから、0.2mm以上とするのが好ましい。

【0024】切込み深さを制限した外削によりバー表面が平滑化されると、それ以降の外削で再び螺旋状凹凸の深さが極端に増大することはない。従って、切込み深さを制限する外削は、最終寸法まで外削するうちの最初であつても最後であつても、また中間であつても差し支えない。

【0025】切込み深さを制限する外削の回数は、最終寸法に仕上げる仕上工程を含めて最低1回行えばよい。即ち、前述したように、外削によって一旦平滑化されたバー表面にはその後の外削によっても螺旋状凹凸が再形成されることはないので、これを繰り返してもその効果は飽和し、逆に切込み深さを小さく制限したこの外削を繰り返すことは工数増大を伴ってコスト高を招来し不経済となるから、最低1回行えばよいのである。

【0026】また、マンドレルバーは実機使用によって寿命に至った後、熱処理以降の工程を経てさらに小径のマンドレルバーとして使用することが多いが、その際の10 外削においても切込み深さを制限する外削が同様に有効であることは言うまでもない。

【0027】なお、本発明の外削方法は、従来方法では凹凸の除去を期待できない素材硬さがHs35以上で凹凸の深さが0.1mm以上のバー素材に特に有効であるが、Hs35未満で凹凸深さが0.1mm以上のものやH\*

\*s35以上で凹凸深さが0.1mm未満のものに適用することができ、これらに通用して従来方法を大幅に凌ぐ凹凸除去効果を挙げることができる。

【0028】

【実施例】以下に本発明の実施例および比較例を説明する。

【0029】熱間工具鋼(SKD6)からなるインゴットを圧延してバー状とし、更に熱処理で硬さをHs33～40に調整した後、ロータリーストレートナーで曲がりを矯正した外径185mmのバー素材を、図1に示すマンドレルバー用の外削装置を用いて外径176～179mmに切削加工した。このとき、切込み量を種々に調整し、その切込み量が材料表面の螺旋状凹凸の解消に及ぼす影響を調査した。材料送り速度は1m/min、刃物回転数は180rpmとした。調査結果を表1に示す。

【0030】

【表1】

区分	No	外削前の凹凸深さh(mm)	硬さ(Hs)	切込み深さt(mm)			仕上外径(mm)	t*/h	外削後の凹凸(mm)
				1回目	2回目	3回目			
実施例	1	0.11	38	0.30	2.70	—	179	2.73	0.02
	2	0.25	37	0.45	2.55	—	179	1.80	0.02
	3	0.24	40	0.30	2.70	—	179	1.25	0.04
	4	0.14	36	0.30	2.70	—	179	2.14	0.03
	5	0.20	39	2.50	0.50	—	179	2.50	0.04
	6	0.25	37	1.00	0.50	3.00	176	2.00	0.04
	7	0.18	35	1.00	3.00	0.50	176	2.78	0.03
	8	0.09	37	0.25	2.75	—	179	2.78	0.01
	9	0.15	33	0.40	2.60	—	179	2.67	0.01
比較例	10	0.31	37	3.00	—	—	179	9.68	0.12
	11	0.12	40	0.40	2.60	—	179	3.33	0.07
	12	0.25	36	1.00	1.00	1.00	179	4.00	0.13
	13	0.23	38	2.50	0.80	1.20	176	3.48	0.09
	14	0.17	39	2.00	1.50	1.00	176	5.88	0.10
	15	0.08	36	0.50	2.50	—	179	6.25	0.03
	16	0.13	34	0.50	2.50	—	179	3.85	0.04

t\* : 1～3回の外削における最少切込み深さ

— : 本発明条件内に限定された切込み深さ

【0031】No. 1～7およびNo. 10～14は、硬さがHs35以上で凹凸深さが0.1mm以上のバー素材を外削した例である。t≤3hの外削を含む加工(本発明例No. 1～7)は、外削前に約0.1～0.3mmあった凹凸深さを外削後に0.04mm以下まで小さくできた。しかし、t≤3hの外削を含まない加工(比較例No. 10※50

※～14)は、この凹凸深さを最少で0.07mmまでしか低減できなかった。

【0032】No. 8, 15は、硬さがHs35以上で凹凸深さが0.1mm未満のバー素材に対する例、No. 9, 16は硬さがHs35未満で凹凸の深さが0.1mm以上のバー素材に対する例である。このようなバー素材に対

7

しては、 $t \leq 3$  hの外削を含まない加工（比較例No. 15, 16）でも凹凸深さをかなり小さくできるが、 $t \leq 3$  hの外削を含む加工（本発明例No. 8, 9）ではその深さを更に小さくできる。

【0033】No. 1に示す本発明方法で外削したマンドレルバー6本と、No. 14に示す比較外削法によるマンドレルバー6本を1セットとして同一条件で実機使用し、その寿命を調べた。その結果、比較法によるマンドレルバーは、平均約1500パスで表面の螺旋状凹凸に起因するクラックにより寿命となったのに対し、本発明方法で外削したマンドレルバーは平均約2500パスまで圧延に使用することができた。また、本発明方法によるマンドレルバーの寿命原因はいずれも表面肌荒れであって、深いクラックによるものではなかった。

【0034】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明のマンドレルバーの外削方法は、外削後のバー表面に残る螺旋状の凹凸を問題のないレベルまで除去し、マンド

8

レルミルによる熱間継目無管の内面品質向上およびマンドレルバーの寿命向上に大きな効果を発揮する。また、切込み量を制限した外削を行うものの、従来どおりの高能率な刃物旋回型外削装置を使用するので、切込み量を制限したことによる能率低下は軽微である。従って、高品質のマンドレルバーを能率よく製作することができる。

【図面の簡単な説明】

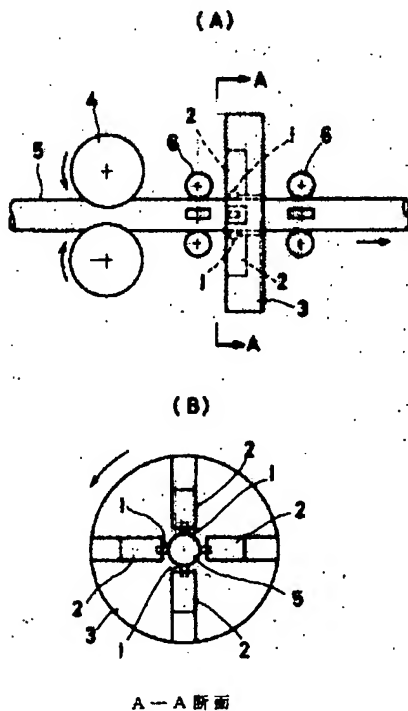
【図1】マンドレルバー用の外削装置の概略構成図である。

【図2】バー表面の凹凸深さに与える切込み量の影響を示す図表である。

【符号の説明】

- 1 刃物
- 3 刃物台
- 4 フィードローラー
- 5 被加工材（マンドレルバー）
- 6 ガイドローラー

【図1】



【図2】

